

## Propriedades físicas do solo em uma pequena bacia hidrográfica rural

Rodrigues, M. F.<sup>1</sup>; Bonumá, N. B.<sup>1</sup>; Dalbianco, L.<sup>1</sup>; Gubiani, P. I.<sup>1</sup>; Reichert, J. M.<sup>1</sup>;  
Minella, J. P. G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (UFSM), RS, e-mail:  
[miriamf\\_rodrigues@yahoo.com.br](mailto:miriamf_rodrigues@yahoo.com.br), Apresentadora; [nadiabonuma@gmail.com](mailto:nadiabonuma@gmail.com);  
[agro.dalbianco@gmail.com](mailto:agro.dalbianco@gmail.com); [paulogubiani@gmail.com](mailto:paulogubiani@gmail.com); [reichert@smail.ufsm.br](mailto:reichert@smail.ufsm.br);  
[jminella@gmail.com](mailto:jminella@gmail.com).

### Resumo

O cultivo do solo com fumo e solos pedogeneticamente jovens imprimem maior suscetibilidade à degradação física da estrutura do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das classes de solo e do uso do solo sobre as propriedades físicas em vários locais de uma pequena bacia hidrográfica rural. Coletaram-se amostras indeformadas de solo na camada 0,0-0,05 m de vários pontos de uma bacia situada na depressão central do Rio Grande do Sul. Com essas amostras, avaliaram-se a densidade do solo, a porosidade total, a macroporosidade e a microporosidade para os diversos usos (fumo, eucalipto e mata nativa) e classes (Neossolo, Chernossolo e Planossolo) de solo. A construção de contrastes ortogonais entre usos e classes de solos permitiu identificar que o cultivo do fumo diminui a densidade do solo e aumenta a porosidade total e a microporosidade em relação aos cultivos de eucalipto e mata nativa, como reflexo da construção de camalhões para o fumo. As áreas com eucalipto são mais densas que as áreas com mata nativa. Quanto aos solos, a macroporosidade foi maior, em ordem decrescente, para os Chernossolos, Neossolos e Planossolos.

### Introdução

Os solos das propriedades rurais situadas em pequenas bacias hidrográficas da região central do Rio Grande do Sul são intensivamente utilizados com o cultivo de fumo. Essas unidades de produção situam-se, geralmente, em regiões ecologicamente frágeis, com solos rasos e relevo acidentado. As áreas são fragilizadas por sistemas de manejo do solo impróprios para as condições em que as mesmas se encontram (Andreola et al., 2000), provocando consequências desastrosas em relação à conservação do solo, como a degradação estrutural e o aumento dos processos erosivos.

O solo é manejado com pouca cobertura vegetal durante o inverno, preparo muito tempo antes do estabelecimento das culturas, a ocorrência de chuvas de alta intensidade no período em que o solo está desprotegido e a baixa reposição de materiais orgânicos (Andreola et al., 2000). Devido a isso, tem ocorrido rápida degradação física e química dos principais solos agricultáveis dessas propriedades rurais.

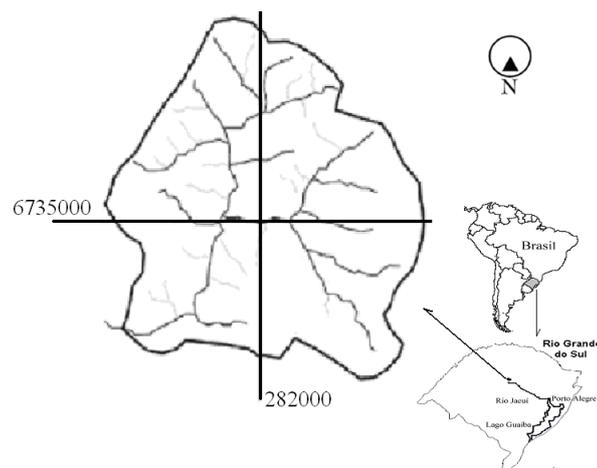
A qualidade estrutural do solo tem sido comumente analisada com base em parâmetros como a densidade e a porosidade, que são de fácil determinação e possibilitam a verificação do efeito de

sistemas de manejo sobre a estrutura do solo (Dalbianco, 2009). Nesse sentido, o revolvimento do solo pode promover a redução da densidade e o aumento da porosidade total do solo, melhorando a drenagem e a aeração do solo. A ausência do revolvimento do solo e do tráfego de maquinários agrícolas, em determinados sistemas, favorece o incremento de matéria orgânica e melhoria da estrutura do solo. Assim, solos sob vegetação nativa geralmente apresentam características físicas, como estrutura, densidade do solo e espaço poroso, em níveis ecologicamente desejáveis.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar o efeito das classes e da ocupação dos solos sobre a densidade do solo, a porosidade total, a macroporosidade e a microporosidade, em vários locais de uma pequena bacia hidrográfica rural.

### Material e Métodos

O estudo foi conduzido na bacia hidrográfica rural do Arroio Lino, que abrange uma área de 3,2 km<sup>2</sup>, localizada no município de Agudo, região central do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). A bacia localiza-se nas cabeceiras do rio Jacuí, principal afluente da Bacia do Guaíba. O relevo do local é fortemente ondulado a escarpado, com declividade média de 12%.



**Figura 1.** Localização da bacia hidrográfica do Arroio Lino, em Agudo - RS.

O clima é classificado, segundo Köppen, como Cfb, subtropical úmido com verões quentes, inverno com geadas frequentes e precipitação bem distribuída no ano. As principais classes de solos na bacia do Arroio Lino estão dispostas na Tabela 1. O local possui áreas declivosas e solos frágeis com intensa exploração agrícola, principalmente com a cultura do fumo. O manejo do solo utilizado é parte no sistema tradicional, com revolvimento do solo para o plantio do fumo, e parte no sistema conservacionista, com cultivo mínimo com revolvimento parcial do solo e manutenção de palha ou plantio direto na palha.

**Tabela 1.** Classes de solo ocupadas com lavoura e cobertura florestal na bacia hidrográfica rural Arroio Lino.

Solo	Ocupação	Tratamento
Neossolo Litólico eutrófico chernossólico fase epipedregosa relevo montanhoso	Fumo	FN1
Neossolo Litólico eutrófico típico horizonte A moderado relevo forte ondulado	Fumo	FN2
Chernossolo Argilúvico órtico léptico relevo suave ondulado	Fumo	FC1
Chernossolo Háplico órtico típico fase epipedregosa relevo ondulado	Fumo	FC2
Chernossolo Argilúvico órtico léptico fase epipedregosa relevo suave ondulado	Fumo	FC3
Planossolo Háplico eutrófico típico A proeminente relevo plano a suave ondulado	Fumo	FP
Neossolo Quartzarênico órtico típico A moderado relevo suave ondulado	Eucalipto	EM
Argissolo Amarelo eutrófico típico A moderado relevo suave ondulado	Eucalipto	EA
Chernossolo Argilúvico órtico epiáquico relevo suave ondulado	Mata nativa	MC

Os pontos de amostragem de solo na bacia foram distribuídos buscando abranger a variabilidade do local em relação às classes de solo, relevo e ocupação do solo. Para avaliar a densidade (Ds) e a porosidade do solo (Pt), coletaram-se amostras com estrutura preservada, em anéis metálicos com 0,057 m de diâmetro e 0,04 m de altura, na profundidade de 0,0 a 0,05 m. No laboratório, as amostras foram saturadas, pesadas e submetidas à tensão de 6 kPa em coluna de areia para determinação da microporosidade (Mic), que consiste no conteúdo volumétrico de água da amostra equilibrada nessa tensão. Posteriormente, as amostras foram secas em estufa a 105 °C até peso constante para determinar a densidade do solo. A macroporosidade (Mac) foi determinada pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade.

Por meio da análise de contrastes ortogonais, os solos foram agrupados com o objetivo de avaliar o efeito da ocupação, da classe de solo e do tipo de floresta sobre as propriedades do solo. A utilização de contrastes ortogonais como análise estatística é justificada por promover independência de comparação entre tratamentos. Os tratamentos foram formados pela combinação entre as classes de solo e a ocupação dos mesmos. A significância dos contrastes foi avaliada pelo teste t, a 5 % de significância.

## Resultados e Discussão

Os valores médios de densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade, para os grupamentos avaliados, estão dispostos na Tabela 2.

Os contrastes entre grupos formados pela combinação de usos e classes de solo e a estimativa do contraste para Ds, Pt, Mac e Mic estão dispostos na Tabela 3. O sinal da estimativa do contraste indica em qual grupo o efeito dos tratamentos é mais pronunciado sobre a variável em consideração. Quando a estimativa do contraste assume sinal positivo, o efeito dos tratamentos do grupo da esquerda é mais pronunciado do que o efeito dos tratamentos do grupo da direita. Quando a estimativa do contraste assume sinal negativo, o efeito dos tratamentos do grupo da direita é mais pronunciado do que o efeito dos tratamentos do grupo da esquerda.

**Tabela 2.** Valores médios dos parâmetros avaliados nos grupos formados pela combinação de usos e classes de solo bacia hidrográfica Arroio Lino.

Ocupação/solo <sup>1</sup>	FN1	FN2	FC1	FC2	FC3	FP	EN	EA	MC
Densidade do solo (g cm <sup>-3</sup> )	1,12	1,03	1,06	1,21	1,17	1,19	1,41	1,26	1,16
Porosidade total (cm <sup>-3</sup> cm <sup>-3</sup> )	0,60	0,63	0,64	0,56	0,57	0,57	0,48	0,55	0,57
Macroporosidade (cm <sup>-3</sup> cm <sup>-3</sup> )	0,18	0,27	0,25	0,18	0,28	0,13	0,23	0,22	0,26
Microporosidade (cm <sup>-3</sup> cm <sup>-3</sup> )	0,43	0,36	0,40	0,38	0,28	0,44	0,25	0,33	0,31

<sup>1</sup>Combinação da ocupação e classes de solos descritas na Tabela 1.

**Tabela 3.** Contrastes entre grupos formados pela combinação de usos e classes de solo da pequena bacia hidrográfica Arroio Lino, para a densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), macroporosidade (Mac) e microporosidade (Mic).

Contraste <sup>1</sup>	Estimativa			
	Ds	Pt	Mac	Mic
FN1 FN2 FC1 FC2 FC3 FP vs EN EA MC	-0,8792*	0,3739*	-0,1365 <sup>ns</sup>	0,5104*
FN1 FN2 FC1 FC2 FC3 vs FP	-0,3535 <sup>ns</sup>	0,1474 <sup>ns</sup>	0,5264*	-0,3790*
FN1 FN2 vs FC1 FC2 FC3	-0,1582 <sup>ns</sup>	0,0694 <sup>ns</sup>	-0,0896 <sup>ns</sup>	0,1590*
EN EA vs MC	0,3529*	-0,0973 <sup>ns</sup>	-0,0604 <sup>ns</sup>	-0,0368 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup>Combinação da ocupação e classes de solos, descritas na Tabela 1.

\*Contrastes significativos a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> Não significativo.

No primeiro contraste (FN1 FN2 FC1 FC2 FC3 FP vs EN EA MC), o qual avalia o efeito da ocupação do solo, verifica-se que o cultivo do solo com a cultura do fumo diminuiu a densidade do solo e aumentou a porosidade total e a microporosidade (Tabelas 2 e 3). Os solos dos locais de coleta são pedogeneticamente pouco desenvolvidos e apresentam grande quantidade de frações grosseiras na sua composição. A presença dessas frações grosseiras aumenta a quantidade de espaços vazios entre as partículas, o que reduz a densidade e permite a formação de canais e fissuras (Sauer & Longsdon, 2000; Kaiser, 2006). Além disso, o sistema convencional de manejo do solo com revolvimento para o cultivo de fumo promove a desestruturação e conseqüente redução da densidade do solo (Tabela 3). Esses resultados corroboram com Kaiser (2006), em um estudo de avaliação das propriedades físicas do solo na bacia hidrográfica Arroio Lino.

O segundo contraste (FN1 FN2 FC1 FC2 FC3 vs FP) visa avaliar o efeito das classes de solo nas áreas cultivadas com fumo. Verifica-se que, nos solos mais jovens (Neossolos e Chernossolos), há maior macroporosidade e menor microporosidade em relação ao Planossolo cultivado com fumo (Tabelas 2 e 3). Os solos do primeiro grupo apresentam frações granulométricas mais grosseiras como cascalho, conferindo-lhes um espaço poroso maior e menor estruturação desses solos, em relação ao Planossolo.

Os Neossolos da bacia hidrográfica Arroio Lino apresentam teores de matéria orgânica médio a alto e textura franco a franco argilosa muito cascalhenta (Dalmolin et al., 2004) e os Chernossolos apresentam textura franco a franco argilosa nos horizontes superficiais e textura argilosa ou franco siltosa apresenta textura franco arenosa, sendo o horizonte superficial caracterizado pela excessiva pedregosidade (Dalmolin et al., 2004). Diferindo do grupo de Neossolos e Chernossolos, os teores de matéria orgânica dos Planossolos são baixos e essa classe é também caracterizada pela ausência de pedregosidade (Dalmolin et al., 2004). Essas características proporcionam maior espaço poroso aos solos jovens e maior adensamento e, conseqüentemente, maior microporosidade ao Planossolo, que é mais desenvolvido.

O efeito das classes de Neossolos e Chernossolos cultivados com fumo é expresso no terceiro contraste (FN1 FN2 vs FC1 FC2 FC3), em que a microporosidade foi menor para o grupo formado por Chernossolos. Esse resultado era esperado tendo em vista que em solos com maiores teores de matéria orgânica, como nos Chernossolos, a microporosidade tende a diminuir devido ao aumento da macroporosidade. Devido ao fato de os Chernossolos apresentarem elevados teores de matéria orgânica (carbono orgânico  $\geq 6\%$ ) e de saturação por bases (Streck et al., 2008), normalmente o solo é bem estruturado e com espaço poroso adequado para o crescimento das raízes e armazenamento de água.

Os Neossolos Litólicos são solos com pouca profundidade efetiva para o desenvolvimento de raízes e armazenamento de água, geralmente com pedregosidade e afloramentos rochosos, que apresentam restrições para culturas anuais (Streck et al., 2008). Contudo, o sistema de manejo utilizado para o cultivo de fumo consiste no excessivo preparo e a manutenção de pouca cobertura do solo, que implica em perdas de solo por erosão, aumento da decomposição da matéria orgânica do solo com conseqüente redução de seus estoques nas áreas cultivadas. Essas características aumentam a fragilidade dos solos e degradam sua estrutura o que prejudica o crescimento de raízes e o armazenamento de água. De acordo Rheinheimer et al. (2003), os teores de matéria orgânica são muito baixos nas lavouras cultivadas com fumo, geralmente menores que 2,5%, estando aquém do ideal para solos cultivados.

No contraste (EN EA vs MC), que avalia o efeito da ocupação florestal do solo, verifica-se que o cultivo do solo com eucalipto aumentou a densidade do solo (Tabelas 2 e 3). Comportamento semelhante foi verificado por Martins et al. (2002), que estudaram as alterações dos atributos físicos do solo sob diferentes coberturas florestais e observaram que, na camada superficial, solos sob floresta nativa apresentaram menor densidade do solo que solos sob povoamentos florestais de *Pinus* sp., *Eucalyptus* sp. e *Hevea brasiliensis*.

Os menores valores de densidade do solo observados para a mata nativa, em relação aos povoamentos plantados, possivelmente sejam devido à manutenção da matéria orgânica. Coutinho et al. (2010), avaliando a substituição de pastagens por florestas plantadas com eucalipto e mata secundária, observaram menor densidade do solo sob mata nativa em relação aos solos sob

povoamentos de eucalipto. Os mesmos autores verificaram que a floresta nativa secundária apresentou maior influência na composição da matéria orgânica do solo que os povoamentos com eucalipto, e que as maiores perdas anuais de N, pela maior decomposição da matéria orgânica ocorreram nesses povoamentos, resultando em solos mais densos.

### **Conclusões**

Em função do revolvimento do solo, o cultivo do fumo diminui a densidade e aumenta a porosidade total e a microporosidade, em contraste com os cultivos de eucalipto e mata nativa.

A manutenção da matéria orgânica na superfície possibilita que o uso do solo com mata nativa tenha menor densidade do solo em relação às áreas com eucalipto.

As características das classes de solo, nas áreas cultivadas com fumo, proporcionam maior macroporosidade nos Neossolos e Chernossolos que no Planossolo. Comparando-se os Chernossolos com os Neossolos, a microporosidade é menor para aqueles.

### **Literatura Citada**

ANDREOLA, F. et al. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, p.857-865, 2000.

COUTINHO, R.P. et al. Estoque de carbono e nitrogênio e emissão de N<sub>2</sub>O em diferentes usos do solo na Mata Atlântica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.45, n.2, p.195-203, 2010.

DALBIANCO, L. Variabilidade espacial e estimativa da condutividade hidráulica e caracterização físico-hídrica de uma microbacia hidrográfica rural. 2009. 115f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

DALMOLIN, R.S.D. et al. Levantamento semidetalhado de solos da microbacia do Arroio Lino - Município de Agudo (RS), 2004. Santa Maria – RS. 84p. (Relatório técnico).

KAISER, D.R. Nitrito na solução do solo e na água de fontes para consumo humano numa microbacia hidrográfica produtora de fumo. 2006. 114f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

MARTINS, S. G. et al. Avaliação de atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes povoamentos florestais. *Cerne*, v.8, n.1, p.32-41, 2002.

RHEINHEIMER, D.S. et al. Impacto das atividades agropecuárias na qualidade da água. *Ciência e Ambiente*, v.27, p.85-96, 2003.

SAUER, T. J.; LOGSDON, S. D. Hydraulic and physical properties of stony soils in a small watershed. *Soil Science Society of American Journal*, v.66, p.1947-1956, 2002.

STRECK, E.V. et al. Solos do Rio Grande do Sul. 2ª ed. Porto Alegre: EMATER-RS, 2008. 222 p.